

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

① Anmeldenummer: 90109821.0

① Int. Cl.<sup>8</sup> B23K 26/04

② Anmeldetag: 23.05.90

③ Priorität: 29.05.89 DE 8906578 U

⑦1 Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
 Wittelsbacherplatz 2  
 D-8000 München 2(DE)

④ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 05.12.90 Patentblatt 90/49

⑦2 Erfinder: Gerhäuser, Wilfried, Dr.  
 Komm.-Zimmer-Strasse 7a  
 D-8502 Zimndorf(DE)  
 Erfinder: Kugler, Peter  
 Friedrich-Ebert-Strasse 222  
 D-8510 Fürth(DE)

⑤ Benannte Vertragsstaaten:  
 CH DE FR IT LI

**⑥ Laserbearbeitungsvorrichtung.**

⑥ Bei der erfindungsgemäßen Laserbearbeitungsvorrichtung (LBG) werden die Werkstücke (WS1...WS4) mit nahezu kontinuierlicher Geschwindigkeit ( $v$ ) in der Bearbeitungsebene (BE) entlanggeführt. In einer Bearbeitungssteuerung (BS) werden

die Daten (BSD) zur Führung des Laserstrahles (LS) an die Bewegungsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Werkstücke angepasst und an die Strahlführungsmittel (SP) ausgegeben ( $S_x, S_y$ ).

EP 0 400 476 A2

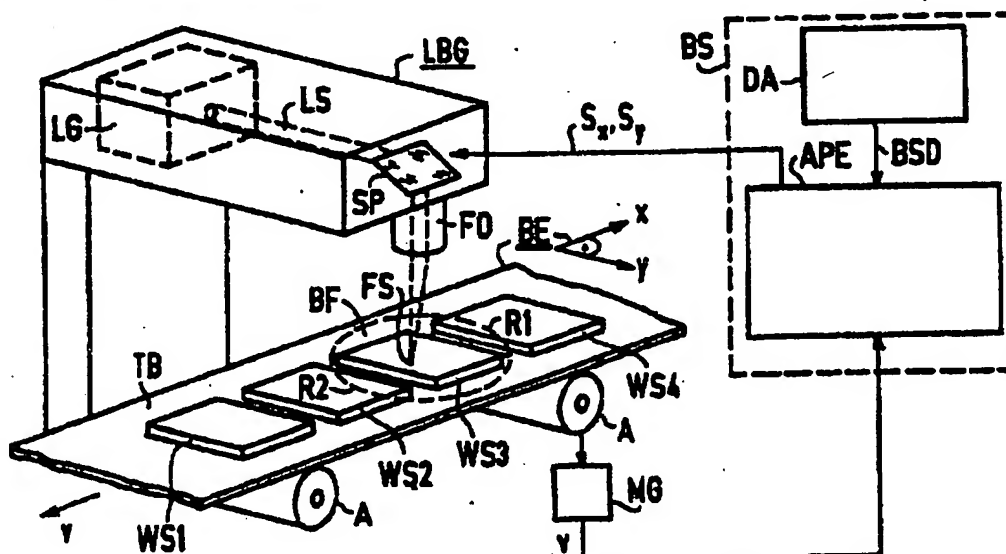


FIG 1

Die Erfindung betrifft eine Laserbearbeitungsvorrichtung, insbesondere zur Beschriftung von Werkstücken, welche entlang der Bearbeitungsebene nahezu kontinuierlich geführt werden.

Es ist bekannt, einer Laserbearbeitungsvorrichtung Werkstücke diskontinuierlich zuzuführen, z.B. manuell, mit Hilfe eines Handhabungsautomaten oder mittels eines schubweise betriebenen Transportbandes. Dabei wird das jeweilige Werkstück in der Bearbeitungsebene feststehend bevorzugt so positioniert, daß es möglichst zentral in dem zur Verfügung stehenden Bildfeld der Bearbeitungsvorrichtung zu liegen kommt. Innerhalb dieses Bildfeldes ist der Laserstrahl zur Durchführung der jeweiligen Bearbeitung frei führbar. Die Größe des Bildfeldes kann durch den Abstand der Bearbeitungsvorrichtung von der Bearbeitungsebene bzw. durch die Fokussieroptik am Ausgang des Lasergenerators eingestellt werden. Zur Erzeugung eines energiereichen und scharf gebündelten Laserstrahles ist es vorteilhaft, das Bildfeld möglichst klein zu wählen. Zum anderen ist es aber bei großen Werkstücken, bzw. bei ausgedehnten Bearbeitungsbereichen auf einer Werkstückoberfläche notwendig, daß das Bildfeld eine Mindestausdehnung aufweist, so daß der Laserstrahl an alle gewünschten Bearbeitungsstellen geführt werden kann. Falls ein derartiger Kompromiß zwischen der Güte des Laserstrahles und der notwendigen Größe des Bildfeldes nicht möglich ist, muß unter Umständen ein Bearbeitungsvorgang in Teilabschnitten ausgeführt und das Werkstück dazwischen neu positioniert werden.

Eine derartige diskontinuierliche Werkstückzuführung hat aber den Nachteil, daß aufgrund der dabei ständig auftretenden positiven und/oder negativen Beschleunigungen der unter Umständen großen Massen einzelner Werkstücke erhebliche Totzeiten auf treten. Hierdurch wird der maximal mögliche Werkstückdurchsatz durch die Laserbearbeitungsvorrichtung unter Umständen erheblich begrenzt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Laserbearbeitungsvorrichtung anzugeben, der die Werkstücke nahezu kontinuierlich mit möglichst konstanter Bewegungsgeschwindigkeit in der Bearbeitungsebene zugeführt werden.

Die Aufgabe wird gelöst mit der im Patentanspruch 1 enthaltenen Vorrichtung. Weiter vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 angegeben.

Die Erfindung und mit ihr erzielbare Vorteile werden anhand der nachfolgend kurz angeführten Figuren näher erläutert. Dabei zeigt:

FIG 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Laserbearbeitungsvorrichtung mit feststehender Fokussieroptik,

FIG 2 eine weitere Ausführungsform mit zusätzlicher Feinkorrektur von kurzzeitigen Schwan-

kungen in der Werkstückbewegungsgeschwindigkeit, und

FIG 3 eine weitere Ausführungsform, bei der ein Teil der Bearbeitungsvorrichtung parallel zur Bewegungsrichtung der zu bearbeitenden Werkstücke mitgeführt werden kann.

Gemäß FIG 1 enthält die erfindungsgemäße Laserbearbeitungsvorrichtung LBG einen Generator LG zur Erzeugung des Laserstrahles LS. Ferner sind Mittel zur Führung des Strahles auf der Bearbeitungsebene BE enthalten. In der FIG 1 sind diese beispielhaft in Form mindestens eines ansteuerbaren Spiegels SP dargestellt. Dieser lenkt zum einen den vom Generator LG erzeugten Laserstrahl LS durch die Fokussieroptik FO hindurch auf die Bearbeitungsebene BE um. Zum anderen wird hierdurch die Führung insbesondere des Fokuspunktes FS des Laserstrahles innerhalb des maximal zur Verfügung stehenden Bildfeldes BF auf der Bearbeitungsebene BE ermöglicht. Hierzu werden dem Strahlführungsmittel Positionersignale  $S_x$ ,  $S_y$  zugeführt, welche von einer Bearbeitungssteuerung BS aus den zur jeweils gewünschten Bearbeitung bzw. Beschriftung gehörigen Daten BSD zur Laserstrahlführung gebildet werden. Gemäß FIG 1 enthält die Bearbeitungssteuerung BS bevorzugt eine Datenaufbereitung DA zur Bildung der Strahlführungsdaten BSD aus Eingabegrößen, und eine Anpassungseinheit APE zur Ausgabe der Daten an die Strahlführungsmittel, d.h. insbesondere mindestens an den Spiegel SP.

Erfindungsgemäß werden die zu bearbeitenden Werkstücke entlang der Bearbeitungsebene nahezu kontinuierlich geführt. Hierzu dient in FIG 1 beispielhaft ein Transportband TB. Hiermit werden mit nahezu konstanter Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  beispielhaft die Werkstücke WS1...WS4 in (-x)-Richtung in der Bearbeitungsebene BE geführt. In FIG 1 befindet sich das Werkstück WS3 gerade nahezu im Zentrum des Bildfeldes BF unterhalb der Fokussieroptik FO. Zum Ausgleich dieser kontinuierlichen Werkstückbewegung werden die Strahlführungsdaten BSD neuerungsgemäß an die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke in der Bearbeitungsebene angepaßt, und danach bevorzugt in Form der Positionersignale  $S_x$ ,  $S_y$  an die Strahlführungsmittel ausgegeben. Die Anpassung erfolgt bevorzugt durch die Anpassungseinheit APE innerhalb der Bearbeitungssteuerung BS. Hierzu wird der Istwert der Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke bevorzugt über einen Meßgeber MG erfaßt und der Anpassungseinheit APE zugeführt.

Aufgrund der Eigenbewegung des jeweils zu bearbeitenden Werkstückes muß bei der Führung des Laserstrahles auf der Bearbeitungsebene nicht mehr das gesamte zur Verfügung stehende Bildfeld BF ausgenutzt werden. Wird gemäß einer ersten

Ausführungsform der Erfindung die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke durch entsprechende Anpassung der Strahlführungsdaten nahezu vollständig kompensiert, so muß der Strahl kaum mehr an die Ränder des Bildfeldes BF geführt werden, an denen ein Werkstück in das Bildfeld eintritt bzw. dieses wieder verläßt. Werden gemäß FIG 1 die Werkstücke beispielhaft in  $(-x)$ -Koordinatenrichtung in der Bearbeitungsebene BE geführt, so treten die Werkstücke im Randbereich R1 in das Bildfeld BF ein und im Randbereich R2 aus diesem wieder aus. Der Fokuspunkt FS wird somit nur noch in  $(zy)$ -Koordinatenrichtung unter Umständen bis zur Bildfeldgrenze geführt, während er sich in  $(zx)$ -Richtung zunehmend im Zentrum des Bildfeldes BF aufhält und nicht mehr in die Randbereiche R1, R2 geführt wird. Dieser Umstand kann gemäß weiteren Ausführungsformen der Erfindung weiter genutzt werden.

Ist es z.B. bei bestimmten Bearbeitungen nicht notwendig, in  $(zy)$ -Richtung den gesamten Durchmesser des maximal zur Verfügung stehenden Bildfeldes BF auszunutzen, so kann aufgrund der oben beschriebenen Bildfeldeinengung in  $(zx)$ -Richtung das Bildfeld insgesamt kleiner ausgewählt werden, z.B. durch Verstellung der Fokussieroptik FO. Hierdurch wird die Fokussierfähigkeit des Laserstrahles verbessert, so daß z.B. eine größere Energiedichte im Fokuspunkt FS zur Werkstückbearbeitung zur Verfügung steht.

Werden in einer anderen Ausführungsform die aufgrund der Bildfeldeinengung in  $(zx)$ -Richtung zunehmend nicht ausgenutzten Randbereiche R1, R2 des Bildfeldes BF durch entsprechende Vorgabe der Strahlführungsdaten BSD dennoch ausgenutzt, so hat dies in FIG 1 in  $(zx)$ -Richtung eine Erhöhung des nutzbaren Bearbeitungsfeldes in der Bearbeitungsebene BE zur Folge. Es können somit größere Werkstückbereiche in einem Arbeitsgang bearbeitet werden.

In einer weiteren, besonders vorteilhaften Ausführungsform wird mit dem Bearbeitungsvorgang eines der in der Bearbeitungsebene nahezu kontinuierlich entlang geführten Werkstücke näherungsweise in dem Randbereich des Bildfeldes BF begonnen, an dem das Werkstück in das Bildfeld eintritt. In FIG 1 ist dies der Randbereich R1. Erfindungsgemäß kann nun die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke so auf die für einen Bearbeitungsvorgang notwendige mittlere Zeitdauer abgestimmt werden, daß die Bearbeitung gerade dann abgeschlossen ist, wenn das bearbeitete Werkstück bzw. der Werkstückbereich aus dem Bildfeld BF am entsprechenden Randbereich austritt. In FIG 1 ist dies beispielsweise der Randbereich R2. Hierdurch ist es möglich, die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke und damit den Gesamtdurchsatz der Laserbearbeitungsvor-

richtung weiter zu erhöhen. Während eines Bearbeitungsvorganges wird somit die überhöhte Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  nicht mehr durch die Vortriebsbewegung des Fokussierpunktes FS in Bearbeitungsrichtung ausgeglichen. Der Fokuspunkt wandert somit während des Bearbeitungsvorganges allmählich von dem einen Bildfeldrandbereich, in dem der Bearbeitungsvorgang begonnen wurde, bis hin zum gegenüberliegenden Bildfeldrandbereich, in dem der Bearbeitungsvorgang beendet wird.

So treten in FIG 1 die Werkstücke WS1...WS4 im Randbereich R1 in das Bildfeld BF ein. Der Fokuspunkt FS wird nun so positioniert, daß mit Eintritt eines Werkstückes in das Bildfeld dessen Bearbeitung in diesem Randbereich begonnen wird. Da die Geschwindigkeit  $v$  der Werkstücke in  $(-x)$ -Richtung größer ist als die maximal mögliche Bearbeitungsgeschwindigkeit in  $(+x)$ -Richtung, wird der Fokuspunkt während der Bearbeitung allmählich bis zum gegenüberliegenden Randbereich R2 "mitgenommen". Gemäß der Neuerung sind die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  und die mittlere Dauer eines Bearbeitungsvorganges so aufeinander abgestimmt, daß der Bearbeitungsvorgang mit Erreichen dieses Randbereiches R2 abgeschlossen ist. Die Totzeit bis zum Beginn des nächsten Bearbeitungsvorganges, welche besonders vorteilhaft z.B. durch den Abstand der Werkstücke WS1...WS4 auf dem Transportband TB eingestellt werden kann, wird genutzt zur Neupositionierung des Laserstrahles auf den wiederum im Randbereich R1 liegenden Startpunkt für den folgenden Bearbeitungsvorgang.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind Bewegungsmittel vorhanden, welche eine Bewegung zumindest eines Teiles der Laserbearbeitungsvorrichtung während eines Bearbeitungsvorganges in Richtung der Bewegung der Werkstücke ermöglichen.

In FIG 3 ist eine derartige Ausführungsform beispielhaft dargestellt. Dabei enthält die Laserbearbeitungsvorrichtung LBG einen feststehenden Teil FT, welcher beispielsweise den Generator LG zur Erzeugung des Laserstrahles LS beinhaltet. Desweiteren ist ein beweglicher Teil BT vorhanden, welcher die Mittel zur Strahlführung enthält, insbesondere den mindestens einen Spiegel SP. Der bewegliche Teil BT ist bevorzugt mittels Hängebahnen HS parallel zur  $(zx)$ -Bewegungsrichtung der Werkstücke verschiebbar. Zur Übertragung des Laserstrahles zwischen dem feststehenden und dem beweglichen Teil dient bevorzugt ein optischer Lichtleiter LL. Erfindungsgemäß gibt die Bearbeitungsvorrichtung die Strahlführungsdaten angepaßt an die Relativgeschwindigkeit zwischen den Werkstücken in der Bearbeitungsebene und den Strahlführungsmitteln im beweglichen Teil BT vor.

Mit dieser Vorrichtung ist es möglich, die Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke in der Bearbeitungsebene weiter zu erhöhen, und/oder in Richtung der Bewegung der Werkstücke das nutzbare Bearbeitungsfeld zu vergrößern. Hierzu wird erfindungsgemäß der bewegliche Teil BT der Laserbearbeitungsvorrichtung für die Dauer eines Bearbeitungsvorganges mit geringerer Geschwindigkeit in Richtung der Werkstückbewegung nachgeführt. Auch hier werden die Totzeiten zwischen einzelnen Bearbeitungsvorgängen benutzt, um den beweglichen Teil BT der Bearbeitungsvorrichtung in die Ausgangsposition zurückzuführen. Besonders vorteilhaft wird während eines Bearbeitungsvorganges sowohl der bewegliche Teil der Bearbeitungsvorrichtung als auch der Fokuspunkt FS in der bereits anhand von FIG 1 näher beschriebenen Weise von einem Randbereich bis zum gegenüberliegenden Randbereich des Bildfeldes BF mitgenommen.

In FIG 2 ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Mit deren Hilfe ist es möglich, kurzzeitige Schwankungen im Istwert der Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke so auszugleichen, daß nahezu keine Abweichungen des Fokuspunktes FS des Laserstrahles LS von dem durch die Strahlführungsdaten BSD vorgegebenen, idealen Verlauf auftreten. Hierzu wird über einen Geber MWB der Mittelwert  $v_M$  der Bewegungsgeschwindigkeit  $v$  der Werkstücke in der Bearbeitungsebene BE bestimmt. Mittels einer Grundkorrektureinheit GKE werden die bevorzugt von einer Datenaufbereitung DA aus Vorgabewerten gebildeten Strahlführungsdaten BSD an den Mittelwert  $v_M$  angepaßt. Die derart korrigierten Strahlführungsdaten BSD werden desweiteren einem Modulator MD zugeführt, welcher diese wiederum an die Abweichung  $\Delta v$  des Istwertes  $v$  des Bewegungsgeschwindigkeit der Werkstücke vom dazugehörigen Mittelwert  $v_M$  anpaßt. Die derart korrigierten Strahlführungsdaten BSD werden schließlich bevorzugt in Form von Positionersignalen  $S_x, S_y$  an die Strahlführungsmittel in der Laserbearbeitungsvorrichtung ausgegeben. Mit dieser Ausführungsform ist eine schnelle Feinanpassung der Strahlführungsdaten an kurzzeitige Schwankungen des Istwertes der Bewegungsgeschwindigkeit der Werkstücke möglich.

#### Ansprüche

1. Laserbearbeitungsvorrichtung, insbesondere zur Beschriftung von Werkstücken (WS1, WS2, WS3, ...), mit

a) Mitteln zum nahezu kontinuierlichen Transport der Werkstücke entlang der Bearbeitungsebene (BE), insbesondere einem Transport-

band (TB),

b) einem Laserkopf (LBG), enthaltend

b1) einen Generator (LG) zur Erzeugung eines Laserstrahles (LS) auf der Bearbeitungsebene (BE), und

b2) Mittel zur Führung des Strahles (LS) auf der Bearbeitungsebene (BE), insbesondere mindestens einen Spiegel (SP), und mit

c) einer Bearbeitungssteuerung (BS), welche die Strahlführungsmittel, angepaßt an die Bewegungsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Werkstücktransportmittel beeinflusst.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

a) einen Mittelwertbildner (MWB) zur Bestimmung des Mittelwertes ( $v_M$ ) der Bewegungsgeschwindigkeit ( $v$ ) der Werkstücktransportmittel, und in der Bearbeitungssteuerung (BS) durch

b) eine Grundkorrektureinheit (GKE), welche die Strahlführungsmittel angepaßt an den Mittelwert der Transportmittelbewegungsgeschwindigkeit beeinflusst, und

c) einen Modulator (MD) zur schnellen Feinanpassung der Strahlführungsmittel (BSD) an Schwankungen ( $\Delta v$ ) des Istwertes der Transportmittelbewegungsgeschwindigkeit (FIG 2).

3. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch Bewegungsmittel (HS), insbesondere Hängebahnen (HS), welche eine Bewegung mindestens der Strahlführungsmittel (BT) des Laserschreibkopfes (LBG) während eines Bearbeitungsvorganges parallel zur Bewegungsrichtung ( $x$ ) der Werkstücktransportmittel ermöglichen, wobei die Bearbeitungssteuerung (BS) mindestens die Strahlführungsmittel angepaßt an die Relativgeschwindigkeit ( $\Delta v$ ) zwischen den Werkstücktransportmitteln und mindestens den durch die Bewegungsmittel verschobenen Strahlführungsmittel beeinflusst (FIG 3).

4. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bearbeitungssteuerung (BS) so ausgebildet ist, daß die Strahlführungsmittel den Laserstrahl (LS) zu Beginn eines Bearbeitungsvorganges näherungsweise in den Randbereich (R1) des maximal zur Führung des Laserstrahles (LS) in der Bearbeitungsebene (BE) zur Verfügung stehenden Bildfeldes (BF) positionieren, an dem ein Werkstück (WS1, WS2, WS3, ...) von den Transportmitteln in das Bildfeld eingeführt wird, und daß die Bewegungsgeschwindigkeit der Werkstücktransportmittel so auf die mittlere Dauer des Bearbeitungsvorganges abgestimmt vorgegeben wird, daß die Bearbeitung näherungsweise in dem Randbereich (R2) des Bildfeldes (BF) abgeschlossen ist, an dem das Werkstück von den Transportmitteln wieder aus dem Bildfeld herausgeführt wird (FIG 1).

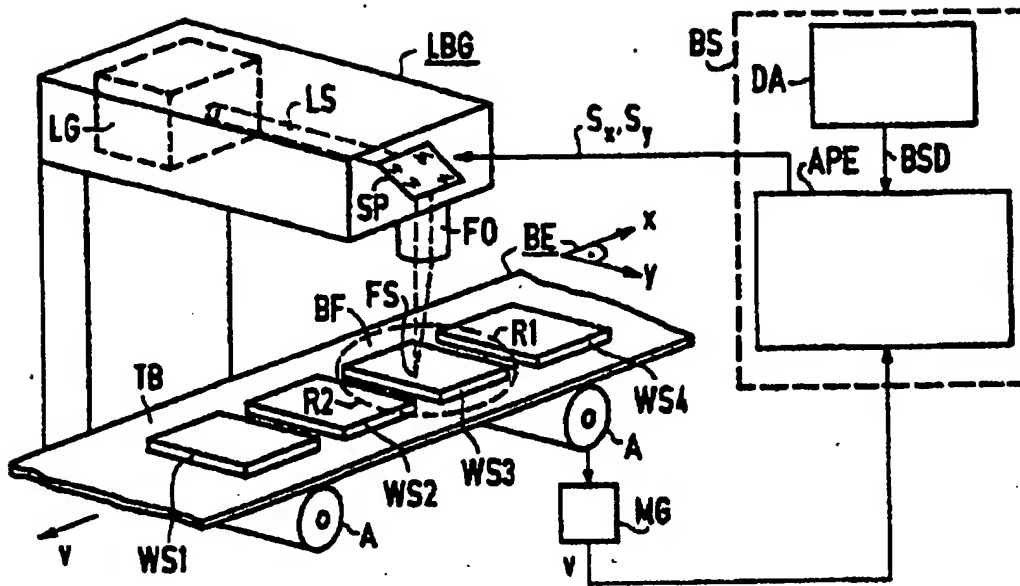


FIG 1

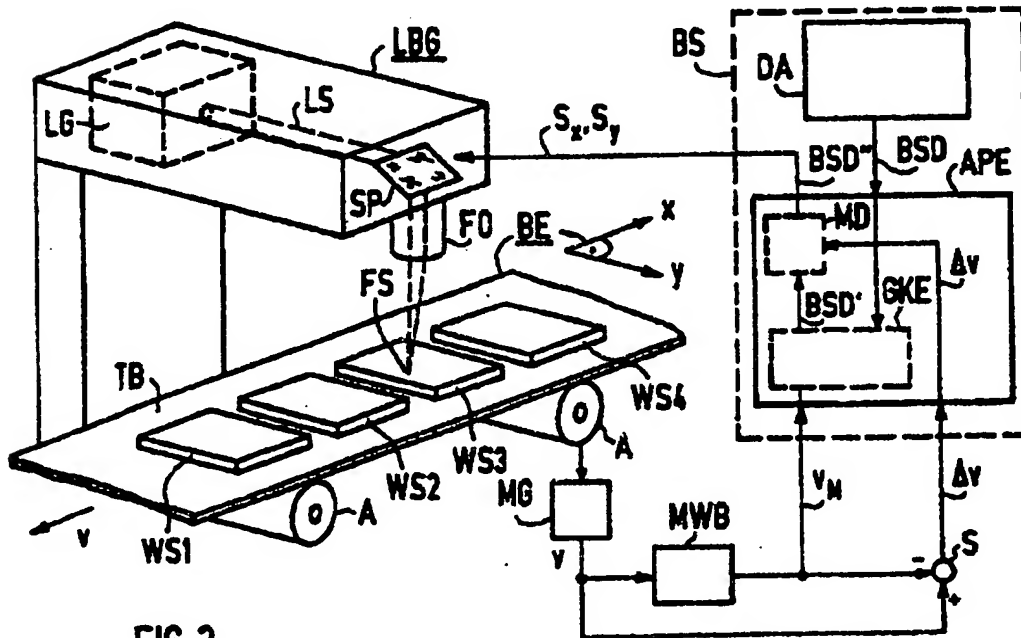


FIG 2

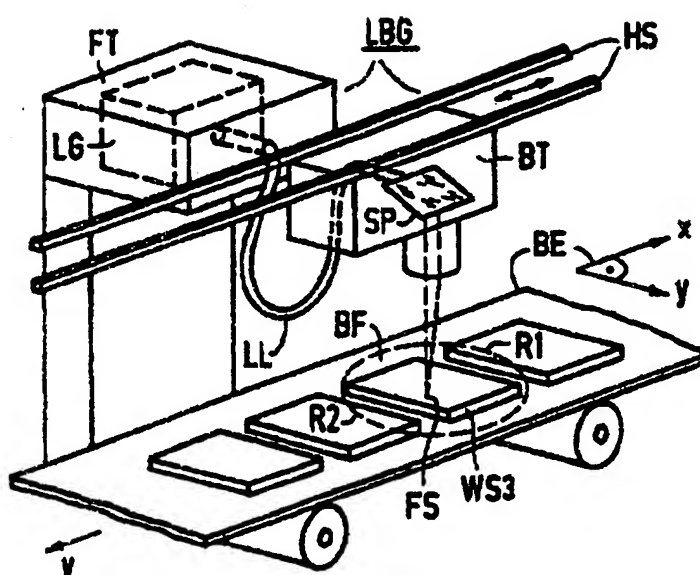


FIG 3



**TRANSLATION FROM GERMAN**

(19) European Patent Office

(12) European Patent Application

(11) Publication No.: **0 400 476 A2**

(21) Application No.: 90109821.0

(22) Application Date: May 23, 1990

(51) Intl. Cl.<sup>5</sup>: B23K 26/04

---

(30) Priority: May 29, 1989, Germany, 8906578 U

(43) Publication Date of Patent Granting: December 5, 1990, Patent Bulletin 90/49

(84) Designated Countries: CH DE FR IT LI

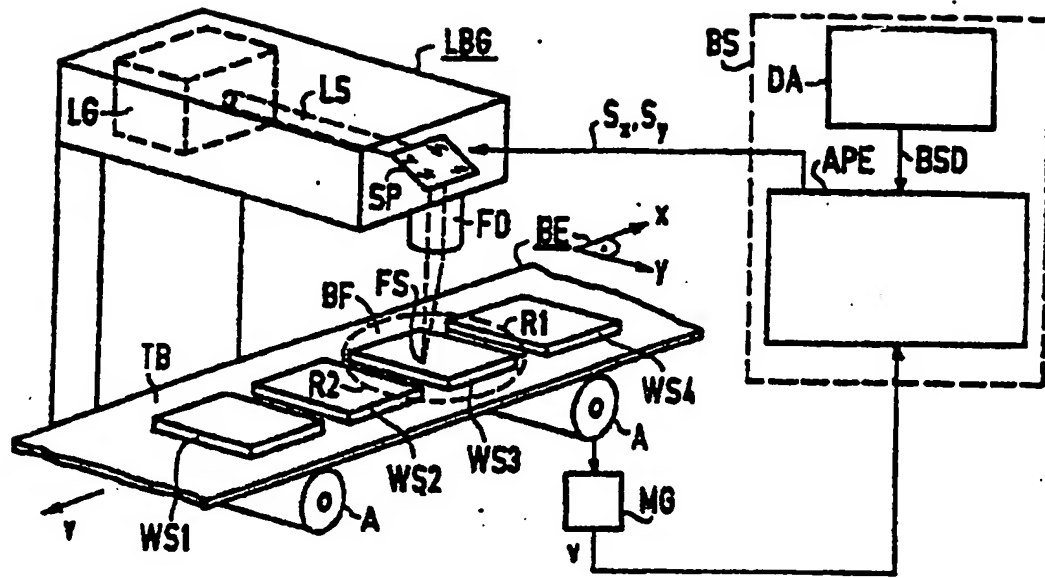
(71) Applicant: Siemens AG, Munich, Germany

(72) Inventors: Dr. Wilfried Gerhausser, Zirndorf, Germany; Peter Kugler, Furth, Germany

---

**(54) Laser Processing Device**

The work pieces (WS1-WS4) in the laser processing device (LBG) according to the invention are guided along the processing plane (BE) at almost continuous speed ( $v$ ). The data (BSD) for guiding the laser beam (LS) are adjusted in a processing control (BS) to the movement speed ( $v$ ) of the work pieces and output to the beam control device (SP) ( $S_x$ ,  $S_y$ ).



**FIG 1**



The invention concerns a laser processing device, especially for inscription of work pieces which are guided almost continuously along the processing plane.

It is known that work pieces can be fed batchwise to a laser processing device, for example, manually, by means of an automatic handling device, or by means of a conveyor belt operated batchwise. The corresponding work piece is then preferably positioned fixed in the processing plane so that it comes to lie as centrally as possible in the available image field of the processing device. The laser beam can be freely guided within this image field to execute the corresponding processing. The size of the image field can be set by the spacing of the processing device from the processing plane or by the focusing optics of the output of the laser generator. To generate a high-energy and sharply bundled laser beam, it is advantage to chose an image field as small as possible. On the other hand, in large work pieces or in extensive processing regions on a work piece surface, it is necessary that the image field have a minimum extent so that the laser beam can be guided to all desired processing parts. If such a compromise between quality of the laser beam and the necessary size of the image field is not possible, under some circumstances a processing method must be conducted in partial sections and the work piece repositioned in between.

This type of batchwise work piece feed, however, has the drawback that because of the continuously occurring positive and/or negative accelerations of the individual work pieces of large mass under some circumstances, significant dead times occur. Because of this, the maximum possible work piece throughput is significantly constrained by the laser processing device under some conditions.

The underlying task of the invention is to offer a laser processing device to which the work pieces are fed almost continuously with the most constant possible movement speed in the processing plane.

The task is solved with the device contained in Patent Claim 1. Other advantageous variants of the invention are mentioned in subclaims 2 to 4.

The invention and the advantages attainable with it are further explained with reference to the figures mentioned briefly below. In the figures:

Figure 1 shows a practical example of the laser processing device according to the invention with fixed focusing optics,

Figure 2 shows another variant with additional fine correction of brief fluctuations in work piece motion speed and

Figure 3 shows another variant in which part of the processing device can be moved parallel to the movement device of the work pieces being processed.

According to Figure 1, the laser processing device LBG according to the invention contains a generator LG to generate laser beam LS. Means to guide the beam to the processing plane BE are also present. This is shown in Figure 1 in the form of at least one driveable mirror SP. On the one hand, this diverts the laser beam LS generated by generator LG through the focusing optics FO onto the processing plane BE. On the other hand, guiding of the focal point FS of the laser beam within the maximum available image field BF onto the processing plane BE is made possible by this. For this purpose positioning signals  $S_x$ ,  $S_y$  are fed to the beam guide device, which are formed by a processing control BS from the data BSD for laser beam guiding pertaining to the desired process or inscription. According to Figure 1, the processing control BS preferably contains data processing DA to form the beam guide data BSD from input quantities and an adjustment unit APE to output the data to the beam guide device, i.e., especially at least to mirror SP.

The work pieces being processed are guided according to the invention almost continuously along the processing plane. For this purpose a conveyor belt TB as shown in Figure 1 is used. The work pieces WS1-WS4 are guided in the (-x) direction in processing plane BE with it at almost constant motion speed  $v$ . In Figure 1, the work piece WS3 is situated almost in the center of the image field BF beneath the focusing optics FO. To compensate for this continuous work piece movement, the beam guide data BSD are adapted according to the innovation to the motion speed  $v$  of the work piece in the processing plane and then preferably output in the form of positioning signals  $S_x$ ,  $S_y$  to the beam guide device. Adjustment preferably occurs by the adjustment unit APE within the process control BS. For this purpose the actual motion speed  $v$  of the work piece is preferably determined by a sensor MG and fed to the adjustment unit APE.

Owing to movement of the work piece being processed, during guiding of the laser beam onto the processing plane, the entire available image field BF need no longer be utilized. If according to a first variant of the invention, the motion speed  $v$  of the work piece is almost fully

compensated by corresponding adjustment of the beam guide data, the beam need no longer be guided to the edges of the image field BF at which a work piece enters the image field or leaves it again. If according to Figure 1, the work pieces are guided, for example, in the  $(-x)$  coordinate direction in the processing plane BE, the work pieces enter the image field BF in edge region R1 and leave it again in edge region R2. The focal point FS is therefore only guided in the  $(\pm y)$  coordinate direction, under some circumstances, up to the image field limit, whereas in the  $(\pm x)$  direction, it increasingly stays in the center of image field BF and no longer is guided into the edge regions R1, R2. This circumstance can be further utilized according to additional variants of the invention.

For example, if in some processings it is not necessary to utilize the entire diameter of the maximum available image field BF in the  $(\pm y)$  direction, the image field overall can be chosen smaller because of the aforementioned image field narrowing in the  $(\pm x)$  direction, for example, by adjustment of the focusing optics FO. On this account the focusing capability of the laser beam is improved so that a larger energy density, for example, is available at focal point FS for work piece processing.

If in another variant the increasingly unutilized edge regions R1, R2 in image field BF owing to image field narrowing in the  $(\pm x)$  direction are utilized by corresponding stipulation of the beam guide data BSD, this results in Figure 1 in an increase in useable processing field in processing plane BE in  $(\pm x)$  direction. Larger work piece areas can therefore be processed in one working step.

In another particularly preferred variant, one starts with the processing method of a work piece guided almost continuously along the processing plane roughly in the edge region of image field BF at which the work piece enters the image field. In Figure 1 this is edge region R1. According to the invention the motion speed  $v$  of the work piece can now be adjusted to the average time necessary for a processing operation so that processing is completed when the processed work piece or the work piece region leaves the image field BF at the corresponding edge region. In Figure 1 this is edge region R2, for example. Because of this, it is possible to further increase the motion speed  $v$  of the work piece and thus the overall throughput of the laser processing device. During one processing step the excess motion speed  $v$  is therefore no longer compensated by the advance movement of the focal point FS in the processing direction. The

focal point therefore migrates during the processing operation gradually from the one image field edge region in which the processing operation was started to the opposite image field edge region in which the processing operation is ended.

Thus, the work pieces WS1-WS4 in Figure 1 enter image field BF in edge region R1. The focal point FS is now positioned so that with entry of a work piece into the image field its processing in this edge region is started. Since the speed  $v$  of the work piece in the  $(-x)$  direction is greater than the maximum possible processing speed in the  $(+x)$  direction, the focal point during processing is gradually carried along to the opposite edge region R2. According to the innovation, the motion speed  $v$  and the average duration of a processing step are adjusted to each other so that the processing operation is concluded on reaching this edge region R2. The dead time at the beginning of the next processing step, which can be set with particular advantage, for example, by the spacing of the work pieces WS1-WS4 to the conveyor belt TB, is utilized for repositioning of the laser beam on the start point for the following processing step again lying in edge region R1.

According to another variant of the invention motion devices are present that permit motion of at least one part of the laser processing device during a processing step in the direction of motion of the work piece.

This type of variant is shown as an example in Figure 3. The laser processing device LBG then contains a fixed part FT, which, for example, includes the generator LG for generation of laser beam LS. Moreover, a moving part BT is present, which contains the means for beam guiding, especially the at least one mirror SP. The moving part BT is preferably moveable by means of suspended rails HS parallel to the  $(\pm x)$  movement direction of the work piece. An optical light guide LL preferably serves for transmission of the laser beam between the fixed and moving parts. According to the invention the processing device stipulates the beam guide data adjusted to the relative speed between the work pieces in the processing plane and the beam guide device in the moving part BT.

With this device, it is possible to further increase the movement speed  $v$  of the work piece in the processing plane and/or to enlarge the useable processing field in the direction of movement of the work piece. For this purpose, the moving part BT of the laser processing device according to the invention is advanced for the duration of one processing step with lower

speed in the direction of work piece movement. Here again the dead times between individual processing steps are used in order to return the moving part BT of the processing device to the initial position. With particular advantage, during one processing step both the moving part of the processing device and the focal point FS are carried along in the manner already described with reference to Figure 1 from one edge region to the opposite edge region of image field BF.

Another advantageous variant of the invention is depicted in Figure 2. With it is possible to compensate brief fluctuations in actual motion speed  $v$  of the work piece so that almost no deviations of focal point FS of laser beam LS from the ideal trend stipulated by the beam guide data BSD occur. For this purpose the average value  $v_M$  of the motion speed  $v$  of the work piece in processing plane BE is determined via a sensor MWB. The beam guide data BSD preferably formed by data processing DA from the stipulated values are adjusted by means of a base correction unit GKE to the average value  $v_M$ . The beam guide data BSD so corrected are also fed to a modulator MD, which again adjusts them to the deviations  $\Delta v$  of the actual value  $v$  of the motion speed of the work piece from the corresponding average value  $v_M$ . The beam guide data BSD so corrected are finally output preferably in the form of positioning signals  $S_x$ ,  $S_y$  to the beam guide device in the laser processing device. With this variant, rapid fine adjustment of the beam guide data to brief fluctuations of the actual motion speed of the work piece is possible.

#### Claims

1. Laser processing device, especially for inscription of work pieces (WS1, WS2, WS3 ...) with
  - a) Means for almost continuous transport of the work pieces along the processing plane (BE), especially conveyor belt (TB),
  - b) A laser head (LBG), containing
    - b1) A generator (LG) to generate a laser beam (LS) onto the processing plane (BE) and
    - b2) Means to guide the beam (LS) onto the processing plane (BE), especially at least one mirror (SP) and with
  - c) A process control (BS), which influences the beam guide device adjusted to the motion speed ( $v$ ) of the work piece transport device.

2. Device according to Claim 1, characterized by

- a) An average value former (MWB) to determine the average value ( $v_M$ ) of motion speed ( $v$ ) of the work piece transport device, and in the process control (BS) by
- b) A base correction unit (GKE) which influences the beam guide device adjusted to the average value of the motion speed of the transport device and
- c) A modulator (MD) for rapid fine adjustment of the beam guide device (BSD) for fluctuations ( $\Delta v$ ) of the actual motion speed of the transport device (Figure 2).

3. Device according to one of the preceding Claims, characterized by movement device (HS), especially suspended rails (HS), which permit movement of at least the beam guide device (BT) of the laser writing head (LBG) during a processing step parallel to the direction of motion ( $x$ ) of the work piece transport device, in which the process control (BS) influences the beam guide device adjusted to the relative speed ( $\Delta v$ ) between the work piece transport device and at least the beam guide device moved by the movement device (Figure 3).

4. Device according to one of the preceding Claims, characterized by the fact that the process control (BS) is designed so that the beam guide device positions the laser beam (LS) at the beginning of the processing step roughly in the edge region (R1) of the maximum available image field (BF) for guiding of the laser beam (LS) in the processing plane (BE), at which a work piece (WS1, WS2, WS3, ...) is introduced into the image field by the transport device and that the motion speed of the work piece transport device is adjusted to the average duration of processing step so that processing is concluded in the edge region (R2) of the image field (BF) at which the work piece is removed again from the image field by the transport device (Figure 1).

